

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-200434

(43)Date of publication of application : 18.07.2000

(51)Int.Cl.

G11B 7/09
G11B 7/13
G11B 7/135

(21)Application number : 11-042366

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 19.02.1999

(72)Inventor : IMANISHI SHINGO

(30)Priority

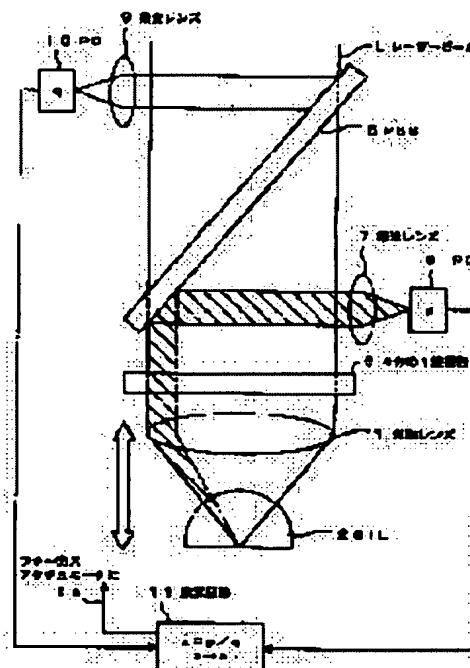
Priority number : 10307332 Priority date : 28.10.1998 Priority country : JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR DETECTING DISTANCE CHANGE, METHOD AND DEVICE FOR FOCUS CONTROL AND METHOD FOR DETECTING FULLY REFLECTED LIGHT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform highly accurate focus control by accurately detecting the change of a distance between SIL or SIM and an optical disk even when a solid immersion lens (SIL) or a solid immersion mirror (SIM) is provided to increase a numerical aperture between an optical lens and the optical disk in an optical disk drive.

SOLUTION: This device is provided with a light detecting means 8 for detecting a reflected light reflected on the surface of an SIL 2 opposite an optical disk, among lights made incident on the SIL 2 from an objective lens 1 by incident angles causing numerical apertures to be larger than 1, a light detecting means 10 for detecting an incident light to the objective lens 1, a comparing means 11 for calculating the ratio of the light quantities of the lights detected by the light detecting means 8 and 10, and a control means 11 for controlling the driving of a focus actuator based on the calculated ratio.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.12.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-200434

(P2000-200434A)

(43) 公開日 平成12年7月18日 (2000.7.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B	7/09	G 1 1 B	B 5 D 1 1 8
	7/13		5 D 1 1 9
	7/135	7/135	A

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-42366

(22) 出願日 平成11年2月19日 (1999.2.19)

(31) 優先権主張番号 特願平10-307332

(32) 優先日 平成10年10月28日 (1998.10.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 今西 慎悟

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100080883

弁理士 松隈 秀盛

Fターム(参考) 5D118 AA13 BA01 CA11 CC06 CC12

CD02 CD15 DC02 DC03 DC07

5D119 AA28 BA01 DA12 EA03 JA43

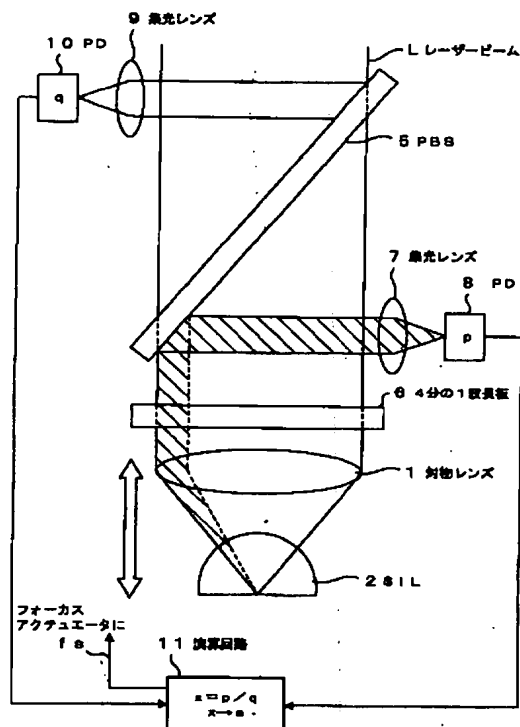
JB02

(54) 【発明の名称】 距離変化検知方法及び装置、フォーカス制御方法及び装置、並びに全反射光検出方法

(57) 【要約】

【課題】 光ディスクドライブにおいて、対物レンズと光ディスクとの間に開口数を大きくするためにソリッドイメージョンレンズ (S I L) 又はソリッドイメージョンミラー (S I M) 等を介在させた場合にも、S I L 又は S I M と光ディスク間の距離の変化を精度良く検知して高精度なフォーカス制御を行なえるようにする。

【解決手段】 開口数が1よりも大きくなる入射角で対物レンズ1からS I L 2に入射してS I L 2のうち光ディスクに対向する面で反射した反射光を検出する光検出手段8と、対物レンズ1への入射光を検出する光検出手段10と、光検出手段8、10で検出された光の光量の比を求める比較手段11と、この比に基づいてフォーカスアクチュエータの駆動を制御する制御手段11とを備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学記録媒体に照射すべき光を集光する第 1 の光学手段と、

前記第 1 の光学手段の開口数よりも大きな開口数を実現するために該第 1 の光学手段と前記光学記録媒体との間に介在させる第 2 の光学手段とを有する光学系における前記第 2 の光学手段と前記光学記録媒体との間の距離の変化を検知する方法において、

開口数が所定値よりも大きくなる入射角で前記第 1 の光学手段から前記第 2 の光学手段に入射して該第 2 の光学手段のうち前記光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出し、

前記反射光の光量に基づいて前記距離の変化を検知するようにしたことを特徴とする距離変化検知方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の距離変化検知方法において、

前記第 1 の光学手段への入射光と前記第 2 の光学手段への入射光とのいずれか一方の入射光を検出し、

前記反射光及び前記入射光の光量の比を求めることにより前記距離の変化を検知するようにしたことを特徴とする距離変化検知方法。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の距離変化検知方法において、

前記第 2 の光学手段はソリッドイマージョンレンズであり、開口数が 1 よりも大きくなる入射角で前記第 1 の光学手段から前記第 2 の光学手段に入射して該第 2 の光学手段のうち前記光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出することを特徴とする距離変化検知方法。

【請求項 4】 光学記録媒体に照射すべき光を集光する第 1 の光学手段と、

前記第 1 の光学手段の開口数よりも大きな開口数を実現するために該第 1 の光学手段と前記光学記録媒体との間に介在させる第 2 の光学手段とを有する光学系における前記第 2 の光学手段と前記光学記録媒体との間の距離の変化を検知する装置において、

開口数が所定値よりも大きくなる入射角で前記第 1 の光学手段から前記第 2 の光学手段に入射して該第 2 の光学手段のうち前記光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出する光検出手段と前記光検出手段で検出された前記反射光の光量に基づいて前記距離の変化を検知する検知手段とを備えたことを特徴とする距離変化検知装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の距離変化検知装置において、

前記第 1 の光学手段への入射光と前記第 2 の光学手段への入射光とのいずれか一方の入射光を検出する第 2 の光検出手段をさらに備えており、

前記検知手段は、前記光検出手段で検出された前記反射光及び前記第 2 の光検出手段で検出された前記入射光の光量の比を求める比較手段から成ることを特徴とする距

離変化検知装置。

【請求項 6】 請求項 4 または 5 に記載の距離変化検知装置において、

前記第 2 の光学手段はソリッドイマージョンレンズであり、

前記光検出手段は、開口数が 1 よりも大きくなる入射角で前記第 1 の光学手段から前記第 2 の光学手段に入射して該第 2 の光学手段のうち前記光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出することを特徴とする距離変化検知装置。

【請求項 7】 請求項 4 乃至 6 のいずれかに記載の距離変化検知装置において、

前記第 2 の光学手段のうち前記光学記録媒体に対向する面と、前記光学記録媒体のうち信号記録面よりも前記第 2 の光学手段寄りの箇所との少なくともいずれか一方に、光の反射を抑制する部材を配したことを特徴とする距離変化検知装置。

【請求項 8】 光学記録媒体に照射すべき光を集光する第 1 の光学手段と、

前記第 1 の光学手段の開口数よりも大きな開口数を実現するために該第 1 の光学手段と前記光学記録媒体との間に介在させる第 2 の光学手段とを有する光学系における前記第 2 の光学手段と前記光学記録媒体との間の距離を制御するフォーカス制御方法において、

開口数が所定値よりも大きくなる入射角で前記第 1 の光学手段から前記第 2 の光学手段に入射して該第 2 の光学手段のうち前記光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出し、

前記反射光の光量に基づいて前記距離の変化を検知し、該検知結果に基づいて前記距離を制御するようにしたことを特徴とするフォーカス制御方法。

【請求項 9】 収束レンズのフォーカス制御方法であって、

前記収束レンズを正圧エアによって被照射体の面上に浮上させ、かつ負圧エアによって前記収束レンズを前記被照射体側に吸い寄せることを特徴とするフォーカス制御方法。

【請求項 10】 前記エア圧力を制御して前記収束レンズと上記被照射体との間の距離を制御することを特徴とする請求項 9 に記載のフォーカス制御方法。

【請求項 11】 請求項 9 または 10 に記載するフォーカス制御方法であって、

前記収束レンズを電氣的駆動手段により駆動し、焦点位置を補正することを特徴とするフォーカス制御方法。

【請求項 12】 レーザビームを偏光ビームスプリッタ及び 1/4 波長板を透過してソリッドイマージョンレンズ又はソリッドイマージョンミラーを含む収束レンズに入射し、

該収束レンズからの戻り光を、前記偏光ビームスプリッタに再入射して入射ビーム源とは別方向に分離して、前

記収束レンズからの全反射光を検出することを特徴とする全反射光検出方法。

【請求項 13】 ソリッドイマージョンレンズ又はソリッドイマージョンミラーを含む収束レンズからの戻り光の光路上に、遮光マスクを配置し、前記戻り光のうちの前記収束レンズ端面を含む複数の面で干渉した光を遮光し、前記収束レンズ底面で全反射した光を検出することを特徴とする全反射光検出方法。

【請求項 14】 光学記録媒体に照射すべき光を集光する第 1 の光学手段と、前記第 1 の光学手段の開口数よりも大きな開口数を実現するために該第 1 の光学手段と前記光学記録媒体との間に介在させる第 2 の光学手段と、を有する光学系における前記第 2 の光学手段と前記光学記録媒体との間の距離を制御するフォーカス制御装置において、開口数が所定値よりも大きくなる入射角で前記第 1 の光学手段から前記第 2 の光学手段に入射して該第 2 の光学手段のうち前記光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出する光検出手段と、前記光検出手段で検出された前記反射光の光量に基づいて前記距離の変化を検知する検知手段と、前記検知手段の検知結果に基づいてフォーカスアクチュエータの駆動を制御する制御手段とを備えたことを特徴とするフォーカス制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば光学系・被照射体（例えば光学記録媒体等）間の距離の変化の検知やその距離の制御を行なう距離変化検知方法、距離変化の検知装置、フォーカス制御方法、フォーカス制御装置、並びに全反射光検出方法に関し、特に、ソリッドイマージョンレンズ、ソリッドイマージョンミラー等のような開口数を大きくする光学手段を設けた光学系に適用して好適なものに関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクに対する情報の記録や再生は、レーザービームを一定の微小なスポット径にしぼり込んで光学記録媒体の記録面に照射することによって行われる。

【0003】記録面にこうした一定のスポット径のレーザービームが照射されるためには、レーザービームを集光する対物レンズと光ディスクとの間の距離が、対物レンズの合焦位置と記録面とのずれが対物レンズの焦点深度内に収まるような範囲内にあることが必要である。

【0004】そのため、光ディスクの再生（書換型の光ディスクの場合には記録及び再生）を行なう光ディスクドライブや、光ディスクの原盤の露光装置では、対物レンズ・光ディスク間の距離の変化を検知し、その検知結果に基づいて対物レンズをレーザービームの光軸方向に移動させることにより、この距離の制御（フォーカス制

御）を行なっている。

【0005】従来、このフォーカス制御の方法としては、例えば離軸法、非点収差法、ナイフエッジ法等が採用されていたが、これらの方法は、いずれも光ディスクの信号記録面からの反射光を利用して対物レンズ・光ディスク間の距離の変化を検知するものであった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、光ディスクの高密度化のニーズに対応してスポット径をより一層微小化させるために、対物レンズと光ディスクとの間に、球形レンズの一部を切りとった形状をした高屈折率のレンズであるソリッドイマージョンレンズ（SIL）を、球面、その反対側の面をそれぞれ対物レンズ、光ディスクに向けて介在させることにより、対物レンズ自体の開口数よりも大きな開口数（例えば 1 よりも大きな開口数）を実現することが行なわれている。また、ソリッドイマージョンミラー（SIM）によっても大きな開口数を実現できる。

【0007】そして、開口数が 1 よりも大きくなる場合には、SIL・光ディスク間の距離がニアフィールド（レーザービームの波長程度の範囲）を超えると光ディスクに照射されるレーザービームの強度が著しく低くなることから、この距離がニアフィールドの範囲内で一定になるようなフォーカス制御を行なうことが必要となる。

【0008】しかるに、ニアフィールドのような非常に狭い範囲では、SIL・光ディスク間の距離が変化しても、光ディスクからの反射光の変化は極めて僅かなので、この反射光の変化に基づいて対物レンズ・光ディスク間の距離の変化を精度良く検知することは困難である。

【0009】そのため、対物レンズと光ディスクとの間にSILを介在させた場合、従来のフォーカス制御方法では、高精度なフォーカス制御を行なうことが困難であった。

【0010】光ディスク等の情報記録媒体を得るための原盤作製の露光装置等のビーム照射装置においても同様の問題点を有する。

【0011】したがって、本発明の課題は、SIL、SIMのような開口数を大きくする光学手段を設けた場合にも、SIL又はSIMと光ディスク間の距離の変化を精度良く検知して高精度なフォーカス制御を行なえるようにすることにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、本出願人は、請求項 1 に記載のように、光学記録媒体に照射すべき光を集光する第 1 の光学手段と、この第 1 の光学手段の開口数よりも大きな開口数を実現するために第 1 の光学手段と光学記録媒体との間に介在させる第 2 の光学手段とを有する光学系における第 2 の光学手

段と光学記録媒体との間の距離の変化を検知する方法として、開口数が所定値よりも大きくなる入射角で第1の光学手段から第2の光学手段に入射して第2の光学手段のうち光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出し、その反射光の光量に基づいて距離の変化を検知する方法を提案する。

【0013】また、請求項4に記載のように、この第2の光学手段と光学記録媒体との間の距離の変化を検知する装置として、開口数が所定値よりも大きくなる入射角で第1の光学手段から第2の光学手段に入射して第2の光学手段のうち光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出する光検出手段と、この光検出手段で検出された反射光の光量に基づいて距離の変化を検知する検知手段とを備えた装置を提案する。

【0014】また、請求項8に記載のように、この第2の光学手段と光学記録媒体との間の距離を制御するフォーカス制御方法として、開口数が所定値よりも大きくなる入射角で第1の光学手段から第2の光学手段に入射して第2の光学手段のうち光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出し、この反射光の光量に基づいて距離の変化を検知し、その検知結果に基づいて距離を制御する方法を提案する。

【0015】また、請求項9に記載のように、フォーカス制御方法として、収束レンズを正圧エアによって被照射体の面上に浮上させ、かつ負圧エアによって収束レンズを被照射体側に吸い寄せるようにしてフォーカス制御する方法を提案する。

【0016】また、請求項14に記載のように、この第2の光学手段と光学記録媒体との間の距離を制御するフォーカス制御装置として、開口数が所定値よりも大きくなる入射角で第1の光学手段から第2の光学手段に入射して第2の光学手段のうち光学記録媒体に対向する面で反射した反射光を検出する光検出手段と、この光検出手段で検出された反射光の光量に基づいて距離の変化を検知する検知手段と、この検知手段の検知結果に基づいてフォーカスアクチュエータの駆動を制御する制御手段とを備えた装置を提案する。

【0017】また、請求項12に記載のように、全反射光検出方法として、レーザビームを偏光ビームスプリッタ及び1/4波長板を透過してソリッドイマージョンレンズ又はソリッドイマージョンミラーを含む収束レンズに入射し、収束レンズからの戻り光を偏光ビームスプリッタに再入射して入射ビーム源とは別方向に分離して、収束レンズからの全反射光を検出する方法を提案する。

【0018】また、請求項13に記載のように、ソリッドイマージョンレンズ又はソリッドイマージョンミラーを含む収束レンズからの戻り光の光路上に、遮光マスクを配置し、戻り光のうちの収束レンズ端面を含む複数の面で干渉した光を遮光し、収束レンズ底面で全反射した光を検出する方法を提案する。

【0019】これらの発明を提案する根拠は、次のようなものである。既に対物レンズ及びSILを例にとって述べたように、第1の光学手段（対物レンズに相当）と第2の光学手段（SILに相当）とで実現される開口数が所定値よりも大きくなる場合には、第2の光学手段・光学記録媒体間の距離がニアフィールドを超えると光学記録媒体に照射されるレーザービームの強度が著しく低くなる。

【0020】その原因は、SILが光学記録媒体に接触しているときには、開口数が所定値よりも大きくなる入射角で対物レンズからSILに入射した光（以下入射光の「高周波成分」とも呼ぶ）が、SILのうち光学記録媒体に対向する面（以下単に「対向面」とも呼ぶ）をほとんどすべて透過して光学記録媒体に照射されるのに対し、SILが光学記録媒体から離れるにつれて、この対向面での高周波成分の反射率が急激に増加していき、SILが光学記録媒体からニアフィールドを超えて離れると、この高周波成分がこの対向面でほぼ100%反射されてしまうことによる。

【0021】このように、ニアフィールドのような非常に狭い範囲でも、この対向面での高周波成分の反射光の光量の変化は十分に大きい。したがって、この反射光を検出すれば、その光量の変化に基づいて、第2の光学手段・光学記録媒体間の距離の変化を精度良く検知して高精度なフォーカス制御を行なうことが可能になる。

【0022】なお、この反射光の光量は、第2の光学手段・光学記録媒体間の距離が一定であっても、第2の光学手段への入射光の強度が変化する（すなわち光源から出射されて第1の光学手段に入射する光の強度が変化する）と、それに比例して変化するものである。

【0023】そこで、一例として、請求項2や請求項5に記載のように、この反射光だけではなく、第1の光学手段への入射光と第2の光学手段への入射光とのいずれか一方の入射光をも検出し、この反射光及び入射光の光量の比を求めるようにすることが一層好適である。

【0024】入射光の強度が変化しても、この反射の光量と入射光の光量とが同じ割合で変化するので、この比は変化することはない。これにより、入射光の強度に関係なく第2の光学手段・光学記録媒体間の距離の変化を検知することができるようになる。

【0025】また、こうした入射光の検出は、第2の光学手段の対向面等の形状を従来のものから変更することなく行なうことができ、しかも、光学記録媒体の記録再生装置や光学記録媒体の原盤の露光装置において、例えば光源である半導体レーザーの出力を制御するためのモニター用のフォトディテクタを比を求めるためにそのまま利用すれば足りるので、新たな素子の追加等を最小限に抑えることもできる。

【0026】次に、このように対向面での高周波成分の反射光を検出する場合に、開口数が所定値以下となる入

射角で第2の光学手段に入射した光（高周波成分以外の成分）のほうも対向面で反射したり、あるいは光学記録媒体のうち信号記録面よりも第2の光学手段寄りの箇所でも光が反射したりすると、それらの光に干渉が起きることにより検出精度が低下し、その結果第2の光学手段・光学記録媒体間の距離の変化の検出精度も低下してしまうおそれがある。

【0027】そこで、一例として、請求項7に記載のように、第2の光学手段の対向面と、光学記録媒体のうち信号記録面よりも第2の光学手段寄りの箇所との少なくともいずれか一方に、光の反射を抑制する部材を配するようにすることが一層好適である。

【0028】それにより、対向面での高周波成分の反射光と他の光との干渉が減少するので、この干渉を原因とする第2の光学手段・光学記録媒体間の距離の変化の検出精度の低下が抑えられるようになる。

【0029】請求項9に記載するように、正圧エアー及び負圧エアーを用いて収束レンズと被照射体の間の距離制御を行うときは、低周波数帯域のフォーカス制御が安定になる。

【0030】請求項12に記載のように、偏光ビームスプリッタを経て射出された直線偏光のレーザービームを1/4波長板で円偏光に変換した後、収束レンズに入射し、この収束レンズからの戻り光を1/4波長板によりその偏光方向を変換し、偏光ビームスプリッタに再入射することで、戻り光のパワーの大部分を入射ビーム源とは別方向に分離することにより、より大きな強度で全反射戻り光を検出し、ノイズをより少なくできる。

【0031】請求項13に記載のようにソリッドイマージョンレンズ又はソリッドイマージョンミラーを含む収束レンズからの戻り光の光路上に、遮光マスクを配置することにより、ノイズとなる干渉光の強度が抑えられて高周波成分の戻り光、従って検出信号対ノイズ強度の比（S/N比）が大きく取れる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下では、本発明を光ディスクドライブに適用した例について説明する。図1は、光ディスクに照射すべきレーザービームを集光するためにこの光ディスクドライブの光学ピックアップ内に設けられている光学系と、この光ディスクドライブに装着される光ディスクとの一例を示す。

【0033】この光学系は、レーザービームLを集光させる対物レンズ1と、光ディスク3と対物レンズ1との間に介在させるソリッドイマージョンレンズ（SIL）2とから成っている。対物レンズ1とSIL2とは、フォーカスアクチュエータ（図示略）により一体としてレーザービームLの光軸方向に移動されるようになっている。

【0034】SIL2は、球形レンズの一部を切りとった形状をした屈折率nのレンズであり、球面、その反対

側の面をそれぞれ対物レンズ1、光ディスク3に向けて配置されている。

【0035】この対物レンズ1とSIL2とで実現される開口数NAと、SIL2の屈折率nと、対物レンズ1で集光されたレーザービームLのSIL2への最大入射角 θ_{\max} との関係は、周知の通り、次式のように表される。

$$NA = n \cdot \sin \theta_{\max}$$

【0036】そしてここでは、図にも示すように、この最大入射角 θ_{\max} よりも小さい一定の入射角 θ_0 と屈折率nとの積 $n \cdot \sin \theta_0$ が1になるように、屈折率n及び最大入射角 θ_{\max} が設定されている。

【0037】その結果、この対物レンズ1とSIL2とで、1よりも大きい開口数を実現されているので、SIL2が光ディスク3に接触しているときには、 θ_0 よりも大きな入射角（すなわち開口数が1よりも大きくなる入射角）で対物レンズ1からSIL2に入射したレーザービーム（高周波成分）（図に斜線で描いた部分のレーザービーム）が、SIL2のうち光ディスク3に対向する面をほとんどすべて透過して光ディスク3に照射されるのに対し、SIL2が光ディスク3から離れるにつれて、この対向面での高周波成分の反射率が急激に増加していき、SIL2が光ディスク3からニアフィールドを超えて離れると、この高周波成分はこの対向面でほぼ100%反射される。

【0038】このSIL2の対向面には、 θ_0 以下の入射角（すなわち開口数が1以下となる入射角）でSIL2に入射したレーザービーム（高周波成分以外の成分）の反射を抑制する反射防止膜4が形成されている。また、光ディスク3のうち信号記録面よりもSIL2寄りの箇所（一例としてSIL2に面した表面）にも、同じく反射防止膜4が形成されている。

【0039】これにより、 θ_0 以下の入射角でSIL2に入射したレーザービームの対向面での反射や、光ディスク3のうち信号記録面よりもSIL2寄りの箇所でのレーザービームの反射が抑制されるようになっている。

【0040】図2は、この光学ピックアップのうち本発明に係る部分と、この光ディスクドライブのフォーカス制御系との一例を示す。光学ピックアップ内で、半導体レーザー（図示略）から出射された直線偏光のレーザービームLが、コリメータレンズ（図示略）で平行光とされ、1/2波長板（図示略）で偏光面を回転された後、偏光ビームスプリッタ（PBS）5に入射する。

【0041】この入射ビームの一部は、PBS5で反射され、集光レンズ9を介し、レーザービームの強度のモニター用のフォトディテクタ（PD）10で検出される。また、PBS5への入射ビームの大部分は、PBS5を通過し、1/4波長板6で円偏光とされ、対物レンズ1で集光されてSIL2に入射する。

【0042】前述の θ_0 よりも大きな入射角で対物レン

ズ1からS I L 2に入射したレーザービーム（高周波成分）（図に斜線で描いた部分のレーザービーム）が、S I L 2の対向面で反射され、対物レンズ1を経て1/4波長板6で最初とは直交する直線偏光とされてPBS5で反射される光路上には、集光レンズ7を介してフォトディテクタ（PD）8が設けられている。したがって、S I L 2の対向面での高周波成分の反射光は、このPD8で検出される。

【0043】PD8で検出された光量 p を示す信号は、演算回路11に送られる。PD10で検出された光量 q を示す信号も、半導体レーザーの出力を制御する回路（図示略）に送られると共に、演算回路11に送られる。

【0044】演算回路11は、S I L 2・光ディスク3間の距離が、S I L 2の対向面での高周波成分の反射率が十分小さい（すなわち高周波成分が光ディスク3に十分に照射される）一定の距離 m であるときの p と q との比の値 a を、制御目標値として記憶している。

【0045】そして演算回路11は、光量 p と q との比 x を求め、この x と制御目標値 a との差 $x-a$ の符号が正であるとき（すなわちS I L 2・光ディスク3間の距離が m よりも大きいとき）には、対物レンズ1及びS I L 2をその差の大きさに応じた距離だけ光ディスク3に近づく向きに移動させるようにフォーカスアクチュエータ（図示略）の駆動を制御する信号を生成し、他方 $x-a$ の符号が負であるとき（すなわちS I L 2・光ディスク3間の距離が m よりも小さいとき）には、対物レンズ1及びS I L 2をその差の大きさに応じた距離だけ光ディスク3から遠ざかる向きに移動させるようにフォーカスアクチュエータの駆動を制御する信号を生成し、その制御信号 f_s をフォーカスアクチュエータに送る。

【0046】この光ディスクドライブにおけるフォーカス制御動作は、次の通りである。半導体レーザーからレーザービームが出射されると、PD10でそのレーザービームの一部の光量 q が検出され、PD8でS I L 2の対向面での高周波成分の反射光の光量 p が検出される。

【0047】S I L 2・光ディスク3間の距離が前述の m よりも大きいときには、S I L 2の対向面での高周波成分の反射光量が増加することにより、比 x が制御目標値 a よりも大きくなるので、差 $x-a$ の符号は正になる。したがってこのとき、演算回路11からの制御信号に基づき、対物レンズ1及びS I L 2が、差 $x-a$ の大きさに応じた距離だけ光ディスク3に近づく向きにフォーカスアクチュエータにより移動される。

【0048】他方、S I L 2・光ディスク3間の距離が m よりも小さいときには、S I L 2の対向面での高周波成分の反射光量が減少することにより、比 x が制御目標値 a よりも小さくなるので、差 $x-a$ の符号は負になる。したがってこのとき、演算回路11からの制御信号に基づき、対物レンズ1及びS I L 2が、差 $x-a$ の大

きさに応じた距離だけ光ディスク3から遠ざかる向きにフォーカスアクチュエータにより移動される。このようにして、比 x が制御目標値 a に収束するように（すなわちS I L 2・光ディスク3間の距離が m に収束するように）フォーカス制御が行なわれる。

【0049】ここで、ニアフィールド範囲でもS I L 2の対向面での高周波成分の反射光の光量の変化は十分に大きいので、PD8の検出結果から、S I L 2・光ディスク3間の距離の変化を精度良く検知して高精度なフォーカス制御を行なうことが可能になっている。

【0050】また、半導体レーザーから出射されるレーザービームの強度が変化しても、 p と q とが同じ割合で変化するので、比 x は変化することはない。これにより、レーザービームの強度に関係なくS I L 2・光ディスク3間の距離の変化を検知することができるようになっている。

【0051】また、S I L 2の形状は従来のものから全く変更しておらず、しかも、半導体レーザーの出力を制御するためのモニター用のPB10を比 x を求めるためにそのまま利用しているので、新たな素子の追加等が最小限に抑えられている。

【0052】また、 θ_0 以下の入射角でS I L 2に入射したレーザービームの対向面での反射や、光ディスク3のうち信号記録面よりもS I L 2寄りの箇所でのレーザービームの反射が、反射防止膜4で抑制されることにより、S I L 2の対向面での高周波成分の反射光と他の光との干渉が減少するので、この干渉を原因とするS I L 2・光ディスク3間の距離の変化の検知精度の低下が防止されるようになっており、この点からも、この距離の変化を一層精度良く検出できるようになっている。

【0053】なお、以上の例では、対物レンズと光ディスクとの間にS I Lを介在させた光学系を有する光ディスクドライブに本発明を適用している。しかし、これに限らず、対物レンズ及びS I Lの機能を単一の光学素子で実現した光学系や、対物レンズ及びS I Lの機能を3つ以上の光学素子で実現した光学系や、対物レンズ及びS I Lの機能をホログラム素子で実現した光学系を有する光ディスクドライブにも本発明を適用してよい。

【0054】また、以上の例では、光ディスクドライブに本発明を適用するものとして説明を行なったが、本発明は、光ディスクの原盤の露光装置にも適用してよく、また、光ディスク以外の光学記録媒体の記録再生装置やその原盤の露光装置にも適用してよい。

【0055】次に、光ディスクドライブのピックアップ装置としての光学装置、又は光学記録媒体（例えば光ディスク）、その他等の情報記録媒体の原盤の露光装置に適用される本発明のビーム照射装置の例について説明する。また、このビーム照射装置に適用されるフォーカス制御方法、全反射光検出方法等についても説明する。

【0056】光記録媒体（例えば光ディスク）において

は、その情報を記録再生するために用いる収束レンズを駆動し、常にその焦点深度内に情報記録層があるようにフォーカス制御する必要がある。同様のことは、光ディスク原盤を露光する場合においてもいえる。

【0057】近年、光記録媒体に使用する光の短波長化に伴い、収束レンズの開口数 $N.A.$ が同じであってもスポットの焦点深度は浅くなり、フォーカス制御の更なる安定性が必須となってきている。

【0058】そこで、本発明においては、正圧エアーと負圧エアーの同時使用によるエアサスペンションを利用して、低周波数帯域のフォーカス制御を行うとともに、電氣的駆動素子による変位手段により、高周波数帯域のフォーカス制御も加えて、より安定したフォーカスサーボを行うようにする。

【0059】図3は、これらに対応できるようにした本発明のビーム照射装置における収束レンズのフォーカス制御機構の概略構成の一例を示す。本発明のビーム照射装置は、光ビーム、電子ビーム、イオンビームの少なくともいずれかのビームを発生するビーム発生源と、このビーム発生源からのビームを収束する収束レンズを具備する。図3において、21は収束レンズ、22は被照射体を示す。この例のフォーカス制御機構は、正圧エアー（高圧エアー）と負圧エアーによって低周波数帯域（いわゆる被照射体22の低周波のうねり）におけるフォーカス制御を行う第1の制御機構24と、変位手段26を構成する例えばピエゾスタックを用いて高周波数帯域（いわゆる被照射体22の高周波のうねり）におけるフォーカス制御を行う第2の制御機構25とを組み合わせて収束レンズ21のフォーカス制御を行えるようにしたものである。

【0060】収束レンズ21は、回転基台上に配置された例えば円板状の被照射体22に対して、その位置調整がなされるアクチュエータ27に配置されて構成される。このアクチュエータ27には第1及び第2のフォーカス制御機構24及び25が設けられる。収束レンズ21は鏡胴28内に、対物レンズ（非球面レンズ）31とSIL32とが同一光軸上に保持される。なお、本例のSIL32は、球形レンズの一部を切りとり、半球状よりも多く残る形状とし、その底部に円柱状突起32aを形成して構成される。

【0061】アクチュエータ27は、アーム（いわゆるレンズ取り付け治具）33に、板ばね等の弾性体34を介して、被照射体22に対して空気層の介在によって浮上する円筒状のエアークッション35が取着されて成る。このエアークッション35内の上端部に例えば円筒型のピエゾスタックによる変位手段26が配置され、この変位手段26を介して、円筒状のエアークッション35内に収束レンズ21を保持した鏡胴28が支持され、SIL32の最終端面（即ち円柱状突起32aの端面）が、エアークッション35の被照射体22と対向する面に臨むようになされ

る。

【0062】エアークッション35には、その被照射体22との対向面に、エアークッション35を噴出するエアークッション出口（供給口）、いわゆる正圧エアークッション出口36と、エアークッションを吸引するエアークッション吸引口、いわゆる負圧エアークッション吸引口37が設けられる。エアークッション出口36及びエアークッション吸引口37は、例えば図4に示すように、環状に形成されると共に、エアークッション35の中心軸に対して同心円状に形成される。エアークッション出口36は、多孔質部材例えば多孔質カーボンによって形成することができる。この多孔質カーボンは、エアークッション35の面に形成した環状溝に嵌着される。

【0063】エアークッション出口36には、パイプ38を通じて高圧エアークッション供給源39から高圧エアークッションが供給される。エアークッション吸引口37からはパイプ40を通してエアークッション吸引手段41にエアークッションが吸引される。高圧エアークッション供給源39は、例えばその供給量、圧力を制御する制御手段42が設けられ、又、エアークッション吸引手段41は例えば吸引量、圧力を制御する制御手段43が設けられる。この正圧エアークッション及び負圧エアークッションによって、収束レンズ21の最終端面が被照射体22に対し、所要の距離を保持して対向させる初期の粗調整を行う。このようにして収束レンズ48の位置の選定を行う第1のフォーカス制御機構24が構成される。

【0064】また、変位手段26を構成する例えばピエゾスタックには、電圧供給部45から、電圧供給がなされて、その変位量、すなわち圧電効果によって収束レンズ21をエアークッション35の軸心に沿って微小移動させるようになされ、被照射体22に対する収束レンズ21の位置の制御、すなわちフォーカス制御を行う第2のフォーカス制御機構25が構成される。電圧供給部45は、フォーカスエラー検出がなされる検出部46からのフォーカスサーボ信号によって、フォーカスエラーに応じた電圧を、変位手段26を構成する例えばピエゾスタックに供給するようになされる。

【0065】尚、エアークッション出口36は、例えば図5に示すように複数、本例では3つに分割して、夫々のエアークッション出口36a、36b、36cに夫々パイプ38a、38b、38cを通じて高圧エアークッションを供給するように構成することもできる。この場合は、各パイプ38a、38b、38cに夫々高圧エアークッション供給源及び制御手段を設けて夫々エアークッション圧、供給量を制御できるようにすることもできる。エアークッション吸引口37も複数に分割して夫々からエアークッションを吸引するように構成することもできる。また、エアークッション出口36及びエアークッション吸引口37は、環状形に限らず、図示せざるも、例えば環状に沿って多数の開口によって形成することもできる。

【0066】この第1及び第2のフォーカス制御機構24及び25から成るフォーカス制御機構では、被照射体22（例えば表面にフォトリソ層47を塗布した基

板48)上に正圧エアーの圧力によりエアーパッド35を浮上させる。即ち、エアーパッド35下面からエアー噴出口36を通して正圧エアーを噴き出させることによってエアーパッド35は被照射体22上に浮上し、エアー吸引口37を通して吸引される負圧エアーによってエアーパッド35は被照射体22側に引き寄せられる。正圧エアーの圧力を例えば5k g f、負圧エアーの圧力を例えば大気圧-100mmHgにすると、エアーパッドを例えば5 μ m浮上させることができる。

【0067】ここでは、エアー圧力を固定しているが正負エアー圧のバランスにより、被照射体22とエアーパッド35間に形成されるエアー膜に剛性が生じる。被照射体22の表面のうねりが低周波数帯域であれば、エアーパッド35はそのうねりに追従することができる。従って、被照射体22の上下の変位に応じて変位するエアーパッド35の応答速度は、上下いずれの変位に対しても一定となる。

【0068】一方、変位手段26を構成する例えばピエゾスタックに電圧を印加して伸縮させることにより、前述したように、エアーパッド35だけでは追従しきれない高周波数帯域のうねりに対応したサーボをかけることができ、高周波数帯域の位置制御すなわちフォーカス制御を行うことができる。

【0069】エアーパッド35は、くの字状若しくはこの字状の板ばねによる弾性体34を介してアーム33に取付けられるので、上下だけでなく傾斜に対する自由度も持たせることができる。

【0070】このようなフォーカス制御機構を備えたビーム照射装置によれば、正圧エアー49と負圧エアー50の同時使用により、低周波数帯域でのフォーカス制御を安定にすることができる。同時に、一定の応答速度が得られる。高周波数帯域と低周波数帯域でフォーカス制御機構が分離されているので、各帯域におけるサーボ特性の向上も見込める。従って、収束レンズ21と被照射体22間の距離を精度よく安定に保持できる。

【0071】本発明では、収束レンズ21をSIL32と対物レンズ31を含む2群レンズで構成したが、これに限らず、光ビーム(例えばレーザービーム)を収束するレンズであればよく、図6に示すSIM(ソリッド イメージョンミラー)51や、SIMを含むレンズ群、その他の例えば、従来から用いられている3群以上で形成される対物レンズで収束レンズ21を構成することが可能である。この場合にも、同様の精度で安定したサーボが行える。

【0072】SIM51は、図6に示すように光ビームLの入射側の面が凸状の曲面をなすも光ビーム入射部が凹面となり、光ビームLの出射側が平坦面、この場合、前述したと同様に中央に円柱状突起52が設けられた面とした透光体53の凸状曲面、及び円柱状突起52を除く端面に反射膜54が形成されて成る。光ビームLは凹

面に入射され、屈折させて端面の反射膜54で反射され、更に上面の凸状曲面の反射膜54で反射されて円柱状突起54の端面に収束される。

【0073】本発明では、高周波数帯域のフォーカス制御用の変位手段26として電氣的駆動素子であるピエゾスタックを用いたが、その他の例えば電磁コイル、いわゆるボイスコイル等の電氣的駆動素子であってもよい。

【0074】上例では、正圧エアー及び負圧エアーの圧力を固定したが、このエアー圧を制御するようにしてもよい。即ち、エアー圧力を固定して、被照射体22の上下変位に応じてエアーパッド35が上下に追従するが、その追従をよた早めるために、例えば被照射体22が下方に変位したときには、負圧エアーの圧力を強め、被照射体22が上方に変位したときには正圧エアーの圧力を強めてエアーパッド35の応答速度を早くするようにすることも可能である。

【0075】上例では、エアーによる低周波数帯域のフォーカスサーボと、変位手段26のピエゾスタックによる高周波数帯域のフォーカスサーボを同時に使用したが収束レンズ21による集光対象となる面の高域うねりが小さい場合には、エアーによるサーボのみを用いてもよい。

【0076】近年の光ディスク原盤露光工程で主に用いられている350nmレーザービームをSHG(Secondary Harmonic Generator)発振させた場合の波長は、およそ170nmとなる。またフォトレジストの感度が有効となるのは、およそ450nm以下となる。これらのことにより、本発明のビーム照射装置では、波長が170nm以上でかつ450nm以下のレーザービーム発生器を具備することができる。

【0077】前述の図3に示す正圧、負圧エアーによるいわゆる吸着浮上型エアーパッド35は、被照射体22の表面のうねりに対して良好に追従する。しかし、吸着浮上型のエアーパッド35のエアー噴出口36とエアー吸引口37が不適切な配置をとると、例えばエアーパッド35の底部に設けた環状のエアー噴出口36の外側に同心円状にエアー吸引口37が設けられていると、微小な振動で傾斜したエアーパッド35は、外周部にエアー吸引口37があるため更に傾斜が付き、エアーパッド35の縁が被照射体22に接触する可能性がある。そのため、これらのエアー噴出口36及びエアー吸引口37の配置には配慮が必要である。

【0078】また、エアーパッド35を浮上させる場合には、エアー噴出口36のみを行った状態で被照射体22上に降下するが、収束レンズ21の最先端部がエアーパッド35底面よりも突出していると、収束レンズ21が被照射体22に衝突する危険性があるため、衝突回避の対応が必要となる。

【0079】更に、エアーパッド35内に取り付けたSIL32の先端を、例えば直径40 μ mで高さが2 μ m

の円柱状突起32aを残して、エッチングによりその外周部を削り取っている。これにより、レンズが傾斜した場合に、レンズ、従ってSIL32と被照射体22が接触する危険性を低減しているが、それでも例えば40nm程度にまで収束レンズ21と被照射体22間の距離（いわゆるギャップ）を小さくしようとすると1mrad以下の精度で収束レンズ21の傾きを調整しておく必要がある。この調整を高精度でかつ容易に行える方法及び装置が望まれる。

【0080】そこで、本発明に係るビーム照射装置においては、その空気圧利用による吸着浮上型エアパッドの最下部、即ち底面に設けるエア噴出口をエア吸引口より外周側に配置するように構成する。また、初期状態では、被照射体表面からエアパッド底面までの高さよりも高い位置まで収束レンズの最下面（例えばSILまたはSIMの底面）を後退させ、ビーム照射時（例えば原盤露光時、又は情報記録媒体の記録、再生時）には収束レンズの最下面を被照射体表面からエアパッド底面までの高さより低い位置まで降下させるように構成する。

【0081】本発明のレンズ傾斜調整装置では、収束レンズの変位手段への取り付け接触面、又は／及び収束レンズを取り付けた変位手段のエアパッドへの取り付け接触面に弾性部材を挟み込み、ネジ締め圧により取り付け時の傾斜を調整する機構を有するように構成する。

【0082】本発明のレンズ傾斜調整方法では、高反射表面を有する基板に収束レンズ（例えばSIL又はSIMを含む収束レンズ）の底面で反射した戻り光の軸と、この収束レンズ透過後の基板の高反射表面で反射し、再度同じ収束レンズを透過した戻り光の軸とを一致させることで、収束レンズの傾き、いわゆる光軸を調整するようになる。

【0083】収束レンズ21と被照射体22間の距離をニアフィールド（近接場領域）まで近づけて制御を行う場合の信号検出方法の一つにSIL32の底部平面（円柱状突起32aの底面）から全反射した戻り光を用いる方法がある。この場合、全反射戻り光強度が小さくなった位置で制御を行うため、より大きな強度で全反射戻り光を検出し、またノイズをより少なくする必要がある。

【0084】本発明の全反射光検出方法では、偏光ビームスプリッタを経て射出された直線偏光のレーザビームを1/4波長板で円偏光に変換した後、収束レンズに入射し、この収束レンズからの戻り光を1/4波長板により偏光方向を変換し、偏光ビームスプリッタに再入射することで、戻り光のパワーの大部分を入射ビーム源とは別の方向に分離するようになる。さらに収束レンズ（例えばそのSIL又はSIMレンズ）からの戻り光を、その光軸と一致させて円環状に透過領域を持たず輪帯、又は外周部に透過領域を持つ円形状のマスクを配置し、収束レンズ底面を含む複数の面で干渉した光を遮光し、収

束レンズ底面で全反射した光を主に透過させるようになる。

【0085】図7は、このように改良した本発明のビーム照射装置における収束レンズのフォーカス制御機構の他の例の概略構成を示す。また、図8～図11は、レンズ傾斜調整方法、全反射光検出方法を用い、収束レンズの光軸調整及びフォーカス制御を行う例を示す。

【0086】本例においては、図7に示すように、前述の図3と同様、アーム33に板ばね等の弾性体34を介して、正圧エア49の噴出口36及び負圧エア50の吸引口37を被照射体22の対向面に有する筒状のエアパッド35が取付けられ、このエアパッド35の内側に、軸心方向に変位するように変位手段26となる例えば環状のピエゾスタックを介して収束レンズ21を保持した鏡胴28が支持されて構成される。

【0087】エア噴出口36及びエア吸引口37は、夫々例えば環状に形成されると共に、エアパッド35の軸心に対して同心円状に形成され、かつ特に、エア噴出口36はエア吸引口37の外周側に位置するように設けられる。

【0088】収束レンズ21は、例えば前述と同様に対物レンズ31とSIL32とが同一光軸上に保持されて構成される。収束レンズ21は、初期状態、即ち変位手段26のピエゾスタックに電圧を印加しない状態では、SIL32の底面がエアパッド35の被照射体22に対向する底面より奥に引っ込んだ配置とし、変位手段26のピエゾスタックに電圧を印加することによりSIL32の底面がエアパッド35の底面より飛び出し、浮上量以上に伸びることが可能な配置とする。

【0089】変位手段26であるピエゾスタックのエアパッド35への取り付け面には、厚み方向に弾性を有する弾性部材、好ましくは弾性シート例えばゲル状シート57を挟み込み、図4に示すように、複数点好ましくは3点以上例えば4点でネジ56により変位手段26のピエゾスタックとエアパッド35とを一体化する。58は、ピエゾスタックに接合された基板を示し、この基板58にネジ止めされる。

【0090】その他の構成は、前述の図3で説明したと同様なので、対応する部分には、同一符号を付して重複説明を省略する。

【0091】この図7に示す収束レンズ21を含むフォーカス制御機を備えたビーム照射装置を、例えば情報記録媒体を作製するスタンパーを得るための原盤作製の露光装置に適用した場合を例に説明する。

【0092】図7及び図8に、このビーム照射装置の光学系を示す。この光学系は、レーザビーム発生器（図示せず）から出射され、コリメータレンズ（図示せず）で平行光とされたレーザビームLの光路上に、ビームスプリッタ（例えばハーフミラー）61、偏光ビームスプリッタ（PBS）62、1/4波長板（QWP）63及び

ミラー 6 4 が設けられ、ミラー 6 4 で反射したレーザービーム L を収束レンズ 2 1 に入射するように構成される。また、収束レンズの S I L 3 2 での反射光及び被照射体 2 2 での反射光による戻り光が偏向ビームスプリッタ 6 2 で光路変換された光路上にスクリーン 6 5、遮光マスク 6 6、集光レンズ 6 7 及び第 1 の検出素子、例えば、フォトディテクタ 6 8 が配される。スクリーン 6 5 及び遮光マスク 6 6 は、光路上の位置及び光路から離れた位置間を移動可能に配される。さらに、ビームスプリッタ 6 1 で反射したレーザービームの光路上に集束レンズ 6 9 を介して第 2 の検出素子、例えばフォトディテクタ 7 0 が配される。

【0093】 先ず、収束レンズ 2 1 の傾斜調整、即ち光軸調整が行われる。このレンズ傾斜調整方法は、図 7 に示すように、表面を例えば金属メッキ等により高反射面 7 1 とした基板 7 2 を用意し、この基板 7 2 の高反射面 7 1 上に収束レンズ 2 1 を取り付け付けたエアパッド 3 5 を置く。この状態ではエアパッド 3 5 の軸心は基板 7 2 に対して垂直となっている。

【0094】 レーザービーム発生器から直線偏光で出射され、ビームスプリッタ 6 1、偏光ビームスプリッタ 6 2 及び 1/4 波長板 6 3 を透過して円偏光となったレーザービーム L を、ミラー 6 4 を介して基板 7 2 の面に対して垂直にアライメントし、エアパッド 3 5 内の収束レンズ 2 1 に入射する。収束レンズ 2 1、従ってその S I L 3 2 の円柱状突起 3 2 a の底部平面及び基板 7 2 で反射した戻り光は、ミラー 6 4 で反射し、1/4 波長板 6 3 を透過した後、偏光ビームスプリッタ 6 2 で分離され光路変更されて、スクリーン 6 5 に投影される。

【0095】 収束レンズ 2 1 の S I L 3 2 の底部平面での反射光は、後述するように、主に全反射した輪帯（いわゆるリング）形状ビームとなって戻り、また基板 7 2 の表面 7 1 で反射したビームは、S I L 3 2 の円柱状突起 3 2 a で散乱され、その投影像が再度基板 7 2 で反射されて収束ビームとして戻る。この収束ビームは、S I L 3 2 と基板 7 2 間で生ずる干渉光として戻る。

【0096】 そして、図 9 に示すように、S I L 3 2 で全反射した輪帯形状ビーム 7 4 と、S I L 3 2 の中央の円柱状突起 3 2 a と基板 7 2 間で生じる干渉光（従って干渉縞）7 5 がスクリーン 6 5 に投影されることで、それらの光軸 O_1 及び O_2 のずれを確認できる。S I L 3 2 の円柱状突起 3 2 a の中心が光軸に一致しているとして、輪帯形状ビーム 7 4 と干渉光 7 5 の光軸が一致するように、エアパッド 3 5 に対してゲル状シート 5 7 を挟んで変位手段 2 6 のピエゾスタックを取り付けるための 4 本のネジ 5 6 の締め具合を調整する。これにより、収束レンズ 2 1 の光軸は、基板 7 2 及びエアパッド 3 5 の底面に対して垂直となり、S I L 3 2 の底部平面も基板 7 2 に対して平行となる。

【0097】 尚、本例では、エアパッド 3 5 と変位手

段 2 6 のピエゾスタックとの取り付け接触面にゲル状シート 5 7 を挟み込んだが、又は、及び収束レンズ 2 1 を保持する鏡胴 2 8 の変位手段 2 6 であるピエゾスタックとの取り付け接触面にゲル状シート 5 7 を挟み込むようにしてもよい。

【0098】 ここで、図 11 に示すように、開口数 N.A. が所定値、例えば前述したように、この最大入射角 θ_{\max} よりも小さい一定の入射角 θ_0 と屈折率 n との積 $n \times \sin \theta_0$ が 1.0 になるように屈折率 n 及び最大入射角 θ_{\max} を設定したとすると、開口数が所定値、即ち 1 よりも大きくなる入射角で対物レンズ 2 1 から S I L 3 2 に入射した光（入射光の高周波成分）は、S I L 3 2 が基板に接触しているときには S I L 3 2 の基板との対向面をほとんど透過して基板に照射されるのに対し、S I L 3 2 が基板から離れるにつれて、この対向面での高周波成分の反射率が急激に増加していき、S I L 3 2 が基板からニアフィールドを超えて離れると、対向面でほぼ 100% 反射される。従って、S I L 3 2 の底部平面で反射した戻り光は輪帯形状（図 11 の斜線部分を参照）となって図 9 に示すようにスクリーン 6 5 上に投影される。また、開口数が所定値、即ち 1.0 よりも小さくなる入射角で対物レンズ 3 1 から S I L 3 2 への入射光（入射光の低周波成分）は S I L 3 2 を通過し基板 7 2 表面で反射して干渉光 7 5 となってスクリーン 6 5 上に投影される。

【0099】 次に、原盤露光に入る。エアパッド 3 5 下面からエア噴出口 3 6、従ってその円環状に配置した多孔質カーボンを通して正圧エア 4 9 を噴出（供气）してエアパッド 3 5 を浮上させる。次に、図 8 に示すように、被照射体、即ち基板 4 8 の表面にフォトリジスト層 4 7 を塗布した原盤 2 2 を用意し、原盤 2 2 を静止させた状態で、エアパッド 3 5 の水平を保ちながら原盤 2 2 上に降下させる。

【0100】 浮上によりエアパッド 3 5 の支持荷重が 0 になるまで降下させたところで、エア吸引口 3 7 を通して負圧エア 5 0 の吸引（吸気）を行う。例えば供气圧力 5 k g f、吸気圧力を大気圧 -100 mm H g とする。吸気圧力が大きくしすぎると、ダウンフォースの働きによってエアパッド 3 5 が原盤 2 2 に衝突する可能性が生じる。逆に吸気圧力を小さくしすぎると原盤にうねりがある場合に追従しきれず、正圧の浮上力によってはじかれてしまう。この正負エア圧のバランスによって、前述の図 3 で説明したようにエア膜に剛性が生じ、原盤 2 2 のうねりに追従する。

【0101】 次に露光工程に入る。このとき、図 8 に示すように、スクリーン 6 5 は光路から外れた位置に後退し、代わって遮光マスク 6 6 が光路上に配置される。この遮光マスク 6 6 は、図 10 に示すように、いわゆる低周波成分の戻り光を遮光する大きさに形成されている。

【0102】 露光時には変位手段 2 6 のピエゾスタック

に所要の電圧が印加されて、収束レンズ21のSIL32と原盤22間の距離がニアフィールド内に入るように収束レンズ21がエアパッド35の底面より飛び出す。

【0103】レーザビーム発生器（図示せず）から出射された直線偏光のレーザビームは、コリメータレンズ（図示せず）で平行光とされ、ビームスプリッタ61を透過して偏光ビームスプリッタ62に入射する。偏光ビームスプリッタ62を通過し、1/4波長板63で円偏光とされたレーザビームはミラー64で反射されて収束レンズ21を通して原盤22上のフォトレジスト層47を選択的に露光する。

【0104】この露光工程時にフォーカス制御が行われる。露光ビーム、即ちレーザビームが収束レンズ21に入射され、前述の θ_0 よりも大きな入射角で対物レンズ31からSIL32に入射したレーザビーム（高周波成分）がSIL32の底部平面で反射され、この反射されたレーザビームが対物レンズ31、ミラー64を経て1/4波長板63で最初とは直交する直線偏光とされて偏光ビームスプリッタ62で反射され、集光レンズ67を介してビーム強度モニタ用のフォトディテクタ68で光強度を電圧値として検出される。

【0105】一方、レーザビーム発生器から出射されたレーザビームの一部がビームスプリッタ61で反射され、集光レンズ69を介してビーム強度モニタ用のフォトディテクタ70で光強度を電圧値として検出される。

【0106】ここでは、SIL32を原盤22から十分に離れた場合のレーザビーム（高周波成分）の全反射光量を基準光量とする。このため、フォトディテクタ70で得られた値に所定の係数を掛けた値を基準光量に相当する信号として、演算回路76に送られる。フォトディテクタ68で検出された光量を示す信号も演算回路76に送られる。

【0107】演算回路76ではSIL32と原盤22間の距離が、一定の距離、即ちニアフィールドに入る距離であるときの一定値レベル、例えば基準光量の60%にまで下がったところのレベルを制御目標値として記憶している。

【0108】そして、演算回路76は、制御目標値と、フォトディテクタ68からの光量との差に基づいて、フォーカス制御信号を生成する。この制御信号をフォーカスエラー検出部46に送り、基準光量に対してフォトディテクタ68からの光量が上記一定値レベルになったところで、この光量を保持するように、変位手段26のピエゾスタックの伸縮を制御する。これにより、SIL32と原盤22間の距離（ギャップ）を一定に保持することができる。

【0109】この状態、つまり全反射光量が減少した状態は、SIL32が原盤22に対してニアフィールドにまで接近しているときに生じる。このことから、距離

（ギャップ長）を安定に保持できれば、ニアフィールドで距離の制御ができたことになる。

【0110】変位手段26のピエゾスタックの長さを制御してSIL32と原盤22間の距離がレーザビームの波長程度以下となるとSIL32に入射された高周波成分のレーザビームは原盤22側へ透過するので、反射光量が減少する。このとき、全反射による輪帯形状の全反射戻り光以外に、SIL32の底部平面と原盤22間で生じる干渉縞が重畳し、その干渉縞による強度振動が全反射光による距離（ギャップ長）制御においてはノイズとなる。

【0111】しかし、図10に示すようにフォトディテクタ68への戻り光LRの光路上に、輪帯形状の全反射戻り光（斜線図示）が透過するような円形の遮光マスク66が配されていることによって、干渉光は除去され、主に全反射戻り光のみが透過する。この遮光マスク66により、強度振動はSIL32と原盤22間の距離（ギャップ長）制御に影響を与えない程度に抑えることができる。

【0112】全反射光強度の変化を変位手段26のピエゾスタックに印加する電圧にフィードバックし、原盤22が静止している状態で、上記距離（ギャップ長）を約250nmの位置にサーボ制御したところ、距離（ギャップ長）の揺らぎは最大幅で約1nmの範囲に抑えることができた。また、原盤22を約600rpmで回転させ、半径約40mmの位置で距離（ギャップ長）制御を行った結果、その揺らぎの大きさは最大幅で約10nmに抑えられた。

【0113】上述したように、本例においては、正圧エアの噴出口36を負圧エアの吸引口37の外周側に配置したことにより、エアの噴出、吸引の位置的バランスが取れ、エアパッド35を安定した姿勢で浮上させることができる。

【0114】SIL32をエアパッド35底面より引っ込ませておくことで、ニアフィールドのギャップ長を制御する時以外にSIL32が原盤に衝突することを回避できる。弾性部材、例えばゲル状シート57を介してエアパッド35と変位手段26とをネジ締で固定するように構成するので、このゲル状シート57の柔軟性を利用して、収束レンズ21の傾き調整、いわゆる光軸調整を容易且つ高精度にすることができる。

【0115】又、被照射体22との高精度な平行度が要求されるSIL32の傾斜調整において視覚的で容易な方法により高精度な調整が実現できる。

【0116】偏光ビームスプリッタ62と1/4波長板63の使用により、上記距離（ギャップ長）制御に利用する全反射戻り光の強度を大きくし、さらに、遮光マスク66を用いることにより、ノイズとなる干渉光の強度を抑えることができ、距離（ギャップ長）制御における検出信号強度対ノイズ強度の比（S/N比）が大きく取

れ、制御が高精度化される。

【０１１７】尚、上述したビーム照射装置は、フォトレジスト層４７に対する露光に用いられるビーム照射装置に限られるものではなく、例えばその被照射体２２が、記録可能な情報記録媒体、例えばいわゆるＣＤ－Ｒ、あるいは光磁気記録層を有する光磁気記録媒体、または相変化による記録がなされる記録層等を有する情報記録媒体に対する情報記録を行う光記録装置としての光学装置、あるいはこの記録情報の再生を行ういわゆるピックアップ装置としての光学装置を構成することができる。

【０１１８】また、本発明においては、上述したビーム照射装置の構成による光学装置を備えて情報の記録及び／又は再生を行う記録及び／又は再生装置を構成することができる。

【０１１９】本発明に係るビーム照射装置、フォーカス制御方法、全反射光検出方法、距離変化検知方法等は、上例以外の用途にも適用できる。

【０１２０】本発明は、以上の例に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、その他様々の構成をとりうることはもちろんである。

【０１２１】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る請求項１及び４に記載の距離変化検知方法及び装置によれば、例えば対物レンズと光ディスクとの間にソリッドイマージョンレンズを介在させた光学系のような、光学記録媒体に照射すべき光を集光する第１の光学手段と、この第１の光学手段の開口数よりも大きな開口数を実現するために第１の光学手段と光学記録媒体との間に介在させる第２の光学手段とを有する光学系における、第２の光学手段・光学記録媒体間の距離の変化を、精度良く検知することができるという効果が得られる。

【０１２２】また、本発明に係る請求項８及び１４に記載のフォーカス制御方法及び装置によれば、こうした光学系における第２の光学手段・光学記録媒体間の距離をニアフィールドの範囲内で高精度に制御することができるという効果が得られる。

【０１２３】なお、請求項２や請求項５に記載のように、この反射光だけではなく、第１の光学手段への入射光と第２の光学手段への入射光とのいずれか一方の入射光をも検出し、この反射光及び入射光の光量の比を求めようにした場合には、入射光の強度に関係なく第２の光学手段・光学記録媒体間の距離の変化を検知することができるようになる。

【０１２４】また、こうした入射光の検出は、第２の光学手段の対向面等の形状を従来のものから変更することなく行なうことができ、しかも、光学記録媒体の記録再生装置や光学記録媒体の原盤の露光装置において、例えば光源である半導体レーザーの出力を制御するためのモニター用のフォトディテクタを比を求めるためにそのまま利用すれば足りるので、新たな素子の追加等を最小限

に抑えることもできる。

【０１２５】さらに、請求項７に記載のように、第２の光学手段の対向面と、光学記録媒体のうち信号記録面よりも第２の光学手段寄りの箇所との少なくともいずれか一方に、光の反射を抑制する部材を配するようにした場合には、対向面での高周波成分の反射光と他の光との干渉による第２の光学手段・光学記録媒体間の距離の変化の検知精度の低下が抑えられるので、この距離の変化を一層精度良く検出することができるようになる。

【０１２６】請求項９に記載のように、正圧エア及び負圧エアによって、収束レンズと被照射体間に生成されるエア膜を形成し、このエア膜によってフォーカス制御を行うときは、被照射体の低周波帯域でのうねりに追従できる。即ち安定に且つ一定の応答速で追従することができる。

【０１２７】また、請求項１０に記載のように、エア圧力を制御することにより、更に早い応答速度でフォーカス制御を行うことができる。

【０１２８】請求項１１に記載のように、収束レンズを電氣的駆動手段により駆動し、焦点位置を補正するときは、被照射体の高周波数帯域のうねりに対しても追従し高精度のフォーカス制御が行える。

【０１２９】請求項１２に記載の全反射光検出方法によれば、大きな強度で全反射戻り光を検出することができる。

【０１３０】請求項１３に記載の全反射光検出方法によれば、ノイズとなる干渉光の強度を抑え、高周波成分の全反射戻り光を検出できる。従って、例えばフォーカス制御に適用した場合、フォーカス制御に於ける検出信号強度対ノイズ強度の比（Ｓ／Ｎ比）を大きく取ることができ、制御が高精度化される。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明を適用した光ディスクドライブの光学系とこの光ディスクドライブに装着される光ディスクとの一例を示す側面図である。。

【図２】本発明を適用した光ディスクドライブの光学ピックアップの一部とこの光ディスクドライブのフォーカス制御系との一例を示す図である。

【図３】本発明によるビーム照射装置の収束レンズ部分の概略断面図である。

【図４】本発明装置に於けるフォーカス制御機構の要部の一例の平面図である。

【図５】本発明装置に於けるフォーカス制御機構の要部の他例の平面図である。

【図６】本発明装置の収束レンズに適用されるＳＩＭの断面図である。

【図７】本発明によるビーム照射装置の収束レンズ部分の他の概略断面図である。

【図８】本発明装置の収束レンズの傾斜調整方法及びその装置を示す構成図である。

【図9】本発明装置のフォーカス制御に用いられる全反射光検出方法を示す構成図である。

【図10】収束レンズの傾斜調整の説明図である。

【図11】全反射光検出の説明図である。

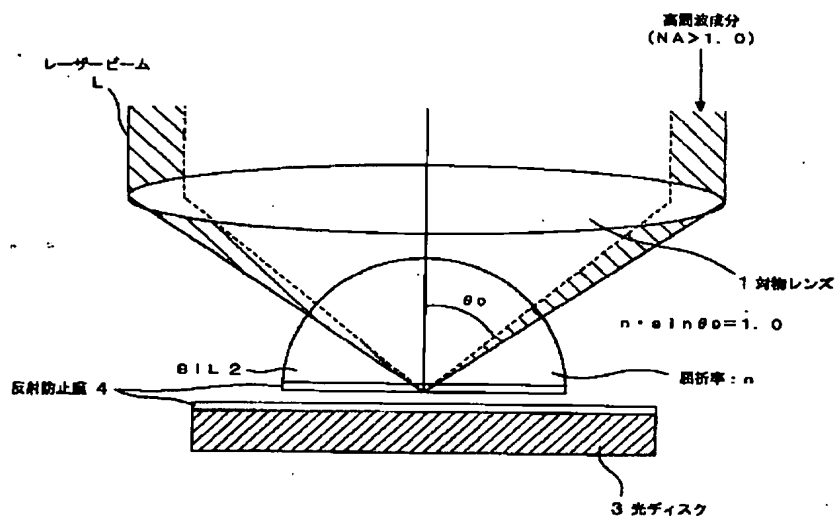
【図12】収束レンズの傾斜調整の説明図である。

【符号の説明】

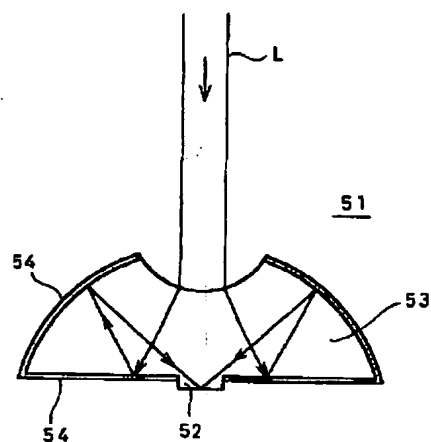
1…対物レンズ、 2…ソリッドイマージョンレンズ (SIL)、 3…光ディスク、 4…反射防止膜、

5、 62…偏光ビームスプリッタ (PBS)、 6、 63…1/4波長板、 7、 9…集光レンズ、 8、 10、 68、 70…フォトディテクタ (PD)、 11、 76…演算回路、 21…収束レンズ、 22…被照射体、 26…変位手段、 35…エアパッド、 36…エア噴出口、 37…エア吸引口、 65…スクリーン、 66…遮光マスク

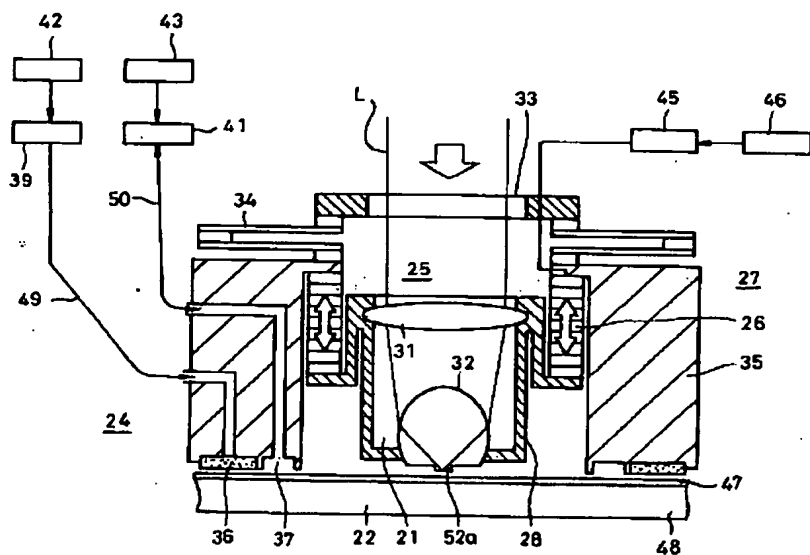
【図1】



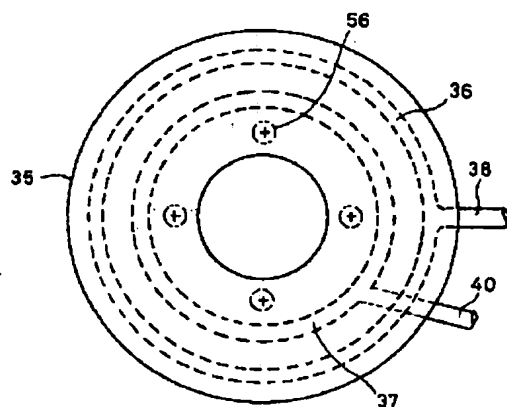
【図6】



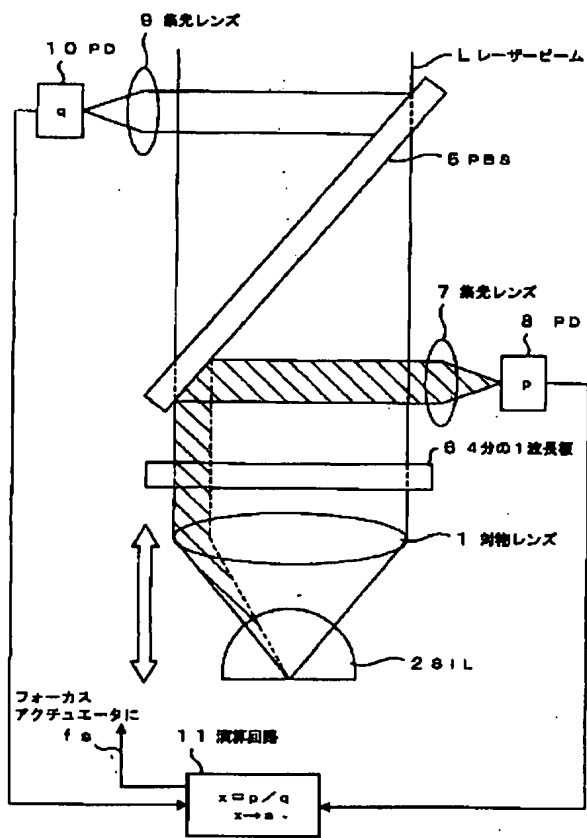
【図3】



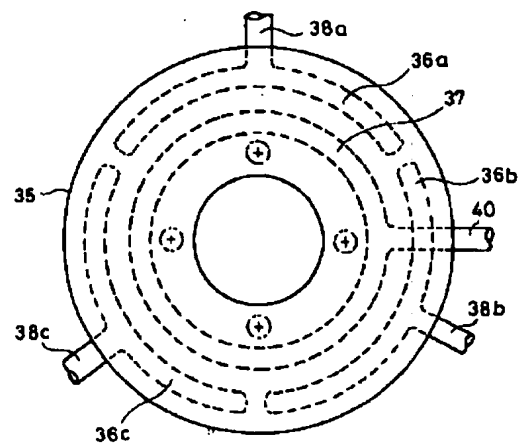
【図4】



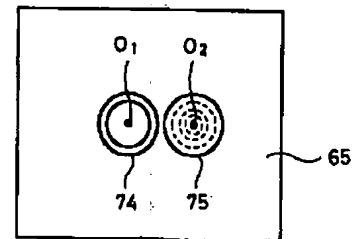
【図2】



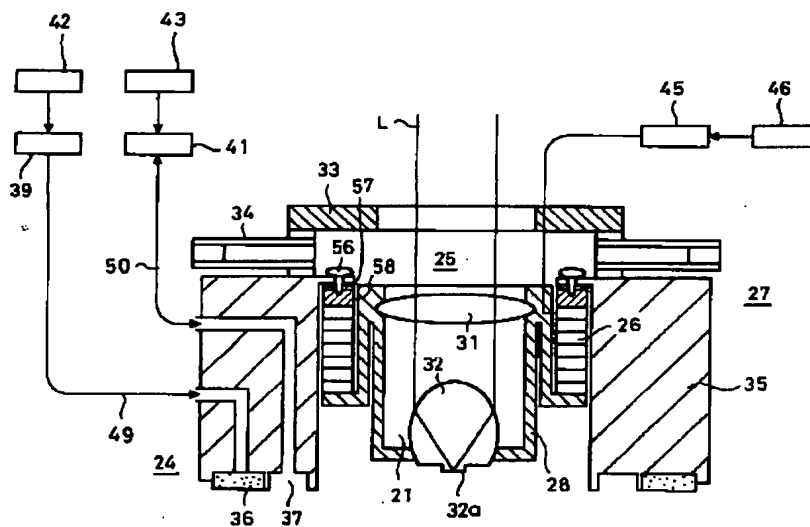
【図5】



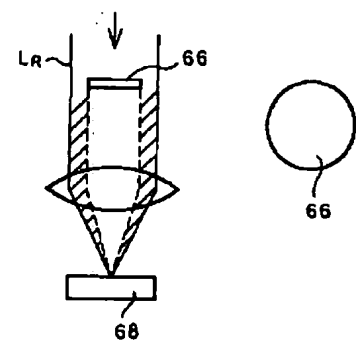
【図10】



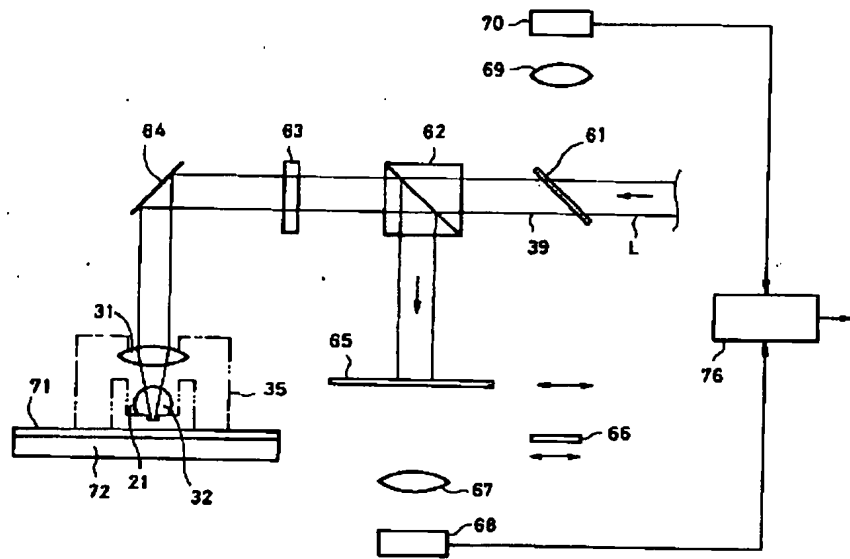
【図7】



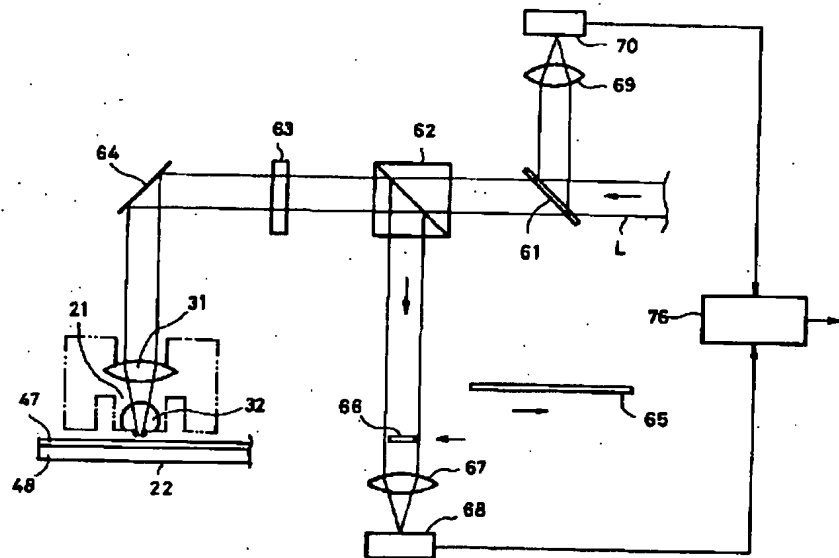
【図11】



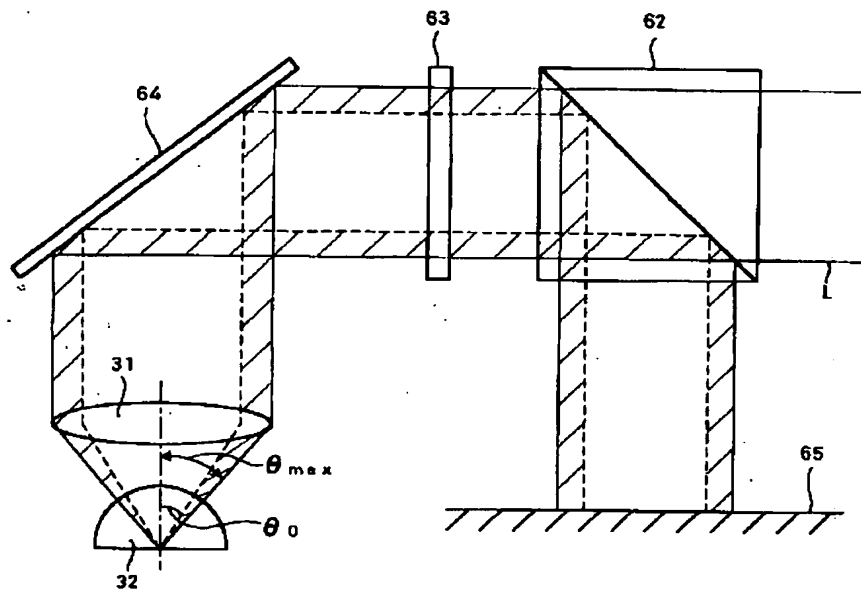
【図 8】



【図 9】



【図 1 2】



【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 4 月 5 日（1999. 4. 5）

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正内容】

【0063】エアー噴出口 36 には、パイプ 38 を通じて高圧エアー供給源 39 から高圧エアーが供給される。エアー吸引口 37 からはパイプ 40 を通じてエアー吸引手段 41 にエアーが吸引される。高圧エアー供給源 39 は、例えばその供給量、圧力を制御する制御手段 42 が設けられ、又、エアー吸引手段 41 は例えば吸引量、圧力を制御する制御手段 43 が設けられる。この正圧エアー及び負圧エアーによって、収束レンズ 21 の最終端面が被照射体 22 に対し、所要の距離を保持して対向させる初期の粗調整を行う。このようにして収束レンズ 21 の位置の選定を行う第 1 のフォーカス制御機構 24 が構成される。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0093

【補正方法】変更

【補正内容】

【0093】まず、収束レンズ 21 の傾斜調整、即ち光軸調整が行われる。このレンズ傾斜調整方法は、図 8 に示すように、表面を例えば金属メッキ等により高反射面 71 とした基板 72 を用意し、この基板 72 の高反射面

71 上に収束レンズ 21 を取り付け付けたエアーパッド 35 を置く。この状態ではエアーパッド 35 の軸心は基板 72 に対して垂直となっている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0096

【補正方法】変更

【補正内容】

【0096】そして、図 10 に示すように、SIL32 で全反射した輪帯形状ビーム 74 と、SIL32 の中央の円柱状突起 32a と基板 72 間で生じる干渉光（従って干渉縞）75 がスクリーン 65 に投影されることで、それらの光軸 O_1 及び O_2 のずれを確認できる。SIL32 の円柱状突起 32a の中心が光軸に一致しているとして、輪帯形状ビーム 74 と干渉光 75 の光軸が一致するように、エアーパッド 35 に対してゲル状シート 57 を挟んで変位手段 26 のピエゾスタックを取り付けるための 4 本のネジ 56 の締め具合を調整する。これにより、収束レンズ 21 の光軸は、基板 72 及びエアーパッド 35 の底面に対して垂直となり、SIL32 の底部平面も基板 72 に対して平行となる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0098

【補正方法】変更

【補正内容】

【0098】ここで、図 12 に示すように、開口数 N、

A. が所定値、例えば前述したように、この最大入射角 θ_{\max} よりも小さい一定の入射角 θ_0 と屈折率 n との積 $n \times \sin \theta_0$ が 1. 0 になるように屈折率 n 及び最大入射角 θ_{\max} を設定したとすると、開口数が所定値、即ち 1 よりも大きくなる入射角で対物レンズ 21 から S I L 32 に入射した光（入射光の高周波成分）は、S I L 32 が基板に接触しているときには S I L 32 の基板との対向面をほとんど透過して基板に照射されるのに対し、S I L 32 が基板から離れるにつれて、この対向面での高周波成分の反射率が急激に増加していき、S I L 32 が基板からニアフィールドを超えて離れると、対向面でほぼ 100% 反射される。従って、S I L 32 の底部平面で反射した戻り光は輪帯形状（図 11 の斜線部分を参照）となって図 10 に示すようにスクリーン 65 上に投影される。また、開口数が所定値、即ち 1. 0 よりも小さくなる入射角で対物レンズ 31 から S I L 32 への入射光（入射光の低周波成分）は S I L 32 を通過し基板 72 表面で反射して干渉光 75 となってスクリーン 65 上に投影される。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0099

【補正方法】変更

【補正内容】

【0099】次に、原盤露光に入る。エアパッド 35 下面からエア噴出口 36、従ってその円環状に配置した多孔質カーボンを通して正圧エア 49 を噴出（供气）してエアパッド 35 を浮上させる。次に、図 9 に示すように、被照射体、即ち基板 48 の表面にフォトリソスト層 47 を塗布した原盤 22 を用意し、原盤 22 を静止させた状態で、エアパッド 35 の水平を保ちながら原盤 22 上に降下させる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0101

【補正方法】変更

【補正内容】

【0101】次に露光工程に入る。このとき、図 9 に示

すように、スクリーン 65 は光路から外れた位置に後退し、代わって遮光マスク 66 が光路上に配置される。この遮光マスク 66 は、図 11 に示すように、いわゆる低周波成分の戻り光を遮光する大きさに形成されている。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0111

【補正方法】変更

【補正内容】

【0111】しかし、図 11 に示すようにフォトディテクタ 68 への戻り光 L R の光路上に、輪帯形状の全反射戻り光（斜線図示）が透過するような円形の遮光マスク 66 が配されていることによって、干渉光は除去され、主に全反射戻り光のみが透過する。この遮光マスク 66 により、強度振動は S I L 32 と原盤 22 間の距離（ギャップ長）制御に影響を与えない程度に抑えることができる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0112

【補正方法】変更

【補正内容】

【0112】全反射光強度の変化を変化手段 26 のピエゾスタックに印加する電圧にフィードバックし、原盤 22 が静止している状態で、上記距離（ギャップ長）を約 100 nm の位置にサーボ制御したところ、距離（ギャップ長）の揺らぎは最大幅で約 1 nm の範囲に抑えることができた。また、原盤 22 を約 600 rpm で回転させ、半径約 40 mm の位置で距離（ギャップ長）制御を行った結果、その揺らぎの大きさは最大幅で約 10 nm に抑えられた。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 3】

